



**Representation mentale de la separation verticale au
cours du diagnostic dans le controle aerien.III.
Representation des etats futurs**

M.T. Lafon-Milon

► **To cite this version:**

M.T. Lafon-Milon. Representation mentale de la separation verticale au cours du diagnostic dans le controle aerien.III. Representation des etats futurs. RT-0004, INRIA. 1981, pp.30. inria-00070150

HAL Id: inria-00070150

<https://inria.hal.science/inria-00070150>

Submitted on 19 May 2006

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



CENTRE DE ROCQUENCOURT

Institut National
de Recherche
en Informatique
et en Automatique

Domaine de Voluceau
Rocquencourt
B.P.105
78153 Le Chesnay Cedex
France
Tél. 954 90 20

le 4. 11. 81
360 ex
Rapports Techniques

N° 4

**REPRÉSENTATION MENTALE
DE LA SÉPARATION VERTICALE
AU COURS DU DIAGNOSTIC
DANS LE CONTRÔLE AÉRIEN**

III

**REPRÉSENTATION
DES ÉTATS FUTURS**

Marie-Thérèse LAFON-MILON

Octobre 1981

GROUPE DE PSYCHOLOGIE ERGONOMIQUE

REPRESENTATION MENTALE DE LA SEPARATION VERTICALE
AU COURS DU DIAGNOSTIC
DANS LE CONTROLE AERIEN

III

Représentation des états futurs

M.T. LAFON-MILON

CO 8107 R66

Cette expérience a été menée dans le cadre des études réalisées par le Groupe de Psychologie Ergonomique de l'INRIA pour le Centre d'Expérimentation de la Navigation Aérienne, sous contrat avec la Direction de la Navigation Aérienne (D.G.A.C.)

RESUME

On a étudié la représentation mentale des conflits entre avions évolutifs chez les contrôleurs. Quarante quatre élèves contrôleurs et quarante sept premiers contrôleurs ont participé à l'étude.

On a fait varier le type de convergence et le niveau de qualification, on a relevé :

- le mode de représentation
- la qualité de celle-ci
- le type de déformation et la portée de la déformation

Les principaux résultats sont les suivants :

- les contrôleurs expérimentés fournissent une représentation plane de la situation
- les débutants par contre représentent le plus souvent les avions dans un espace tridimensionnel
- les contrôleurs débutants n'intègrent pas dans les estimations des niveaux futurs les variations de taux de montée ou de descente, ceci les conduit à un mauvais positionnement de la zone conflictuelle.

ABSTRACT

The mental representation of conflict has been studied for a pair of aircraft of which one was climbing and the other descending.

44 trainees and 47 experienced controllers were used.

This experiment studied the effect of the angle of convergence and the effect of the experience on the mental representation.

The important results were that :

- Experienced controllers showed aircrafts in a bidimensional space and trainees controllers showed aircrafts in a tridimensional space.
- In the numerical estimates of the future separations of the aircrafts, the trainees controllers did not integrate the variation of the rate of climbing of aircrafts.

SOMMAIRE

| | | | |
|-----|----|---|----|
| I | - | INTRODUCTION | 1 |
| II | - | PRESENTATION DE L'ETUDE | 2 |
| | | II - 1. Facteurs | 2 |
| | | II - 2. Méthodes | 2 |
| I | II | - 3. Mesures recueillies | 3 |
| | | II - 4. Consignes | 3 |
| III | - | RESULTATS | 5 |
| | | III - 1. Mode de représentation | 5 |
| | | III - 2. Représentation du niveau | 11 |
| | | III - 3. Précision de la représentation du niveau | 14 |
| | | III - 4. Représentation de la séparation horizontale | 15 |
| | | III - 5. Type de déformation | 16 |
| | | III - 6. Portée de la déformation | 23 |
| IV | - | CONCLUSION | 24 |
| V | - | ANNEXES | 27 |

I - INTRODUCTION

L'objectif de cette étude est d'étudier la représentation mentale des conflits chez les contrôleurs de la navigation aérienne.

Dans les systèmes homme et machines automatisées, l'homme est toujours séparé de l'objet de son activité qu'il ne peut observer directement (1).

Il reçoit de cet objet des informations à distance. Ces informations sont le reflet de l'état du système ou de l'objet à un moment donné. Les informations, qui sont le plus souvent codées, ont une analogie plus ou moins grande avec l'objet réel représenté et c'est à partir de celles-ci que l'opérateur va se constituer une représentation mentale de l'état de l'objet.

OCHANINE (1969) reconnaît deux fonctions à l'image :

- une fonction cognitive : qui reflète objectivement toutes (ou beaucoup) les propriétés et les caractéristiques de l'objet
- une fonction opérative constituée par et pour l'activité de l'opérateur, elle ne reflète que les caractéristiques de l'objet indispensables à l'action de l'opérateur.

De ce fait, l'image opérative a deux propriétés essentielles :

- . le laconisme qui correspond à un caractère d'économie.
L'image est simplifiée au maximum, elle exprime ce qui dans l'objet est indispensable au travail de l'opérateur.

- . la déformation fonctionnelle.

Pour l'opérateur certaines caractéristiques de l'objet ont plus ou moins d'importance, les caractéristiques fonctionnellement importantes sont donc accentuées, les caractéristiques secondaires sont hypotrophiées ou absentes. L'image est une réplique déformée de l'objet. Toutefois, l'opérateur connaît la réalité mais il la déforme pour mieux travailler.

(1) "L'objet" ici est constitué par des états futurs de couples d'avions contrôlés par le contrôleur.

Une étude précédente (1) montrait que la nature des processus mis en jeu par les opérateurs était différente selon le niveau d'expérience, à savoir à dominance logico-mathématique chez les débutants et à dominance perceptive chez les expérimentés.

Si la représentation reflète les caractéristiques de l'objet pertinentes à l'activité du sujet, l'étude de cette représentation doit permettre de retrouver la distinction précédente.

Pour ce faire, on a analysé au moment du diagnostic la représentation que les contrôleurs ont de la situation future entre les avions.

II - PRESENTATION DE L'ETUDE

II - 1. Facteurs

Deux facteurs ont été étudiés :

- facteur qualification qui comportait deux modalités :
 - . groupe Q1 : constitué par quarante sept premiers contrôleurs du CCR/Nord, ayant entre quatre et six ans d'ancienneté dans leur qualification.
 - . groupe Q2 constitué par quarante quatre élèves contrôleurs en sortie de formation théorique à l'Ecole Nationale d'Aviation Civile (ENAC).
- facteur type de configuration comportant trois modalités :
 - . convergence perpendiculaire
 - . face à face
 - . rattrapage

II - 2. Méthode

On présentait en dynamique au sujet huit problèmes de couples d'avions évolutifs (une montée et une descente).

- un problème de face à face
- un problème de rattrapage
- six problèmes en configuration perpendiculaire.

(1) La représentation mentale de la séparation verticale . Caractéristiques du diagnostic chez les contrôleurs débutants. R65 (à paraître).

Après analyse de la situation, le sujet donnait son diagnostic. Il lui était alors demandé de représenter l'état futur des couples d'avions au moment où ceux-ci seraient au plus proche. Chaque sujet disposait de papier.

II - 3. Mesures recueillies

Ont été recueillies :

- le mode de représentation
- la nature de la représentation
- la qualité de la représentation fournie par rapport au réel
- les erreurs de représentation

II - 4. Consigne

Celle-ci est présentée en annexe 1.

III - RESULTATS

III - 1. Mode de représentation

On distinguera tout d'abord :

Les représentations de type tridimensionnel qui regroupent :

- . les dessins de la situation dans l'espace à trois dimensions et l'évocation par gestes

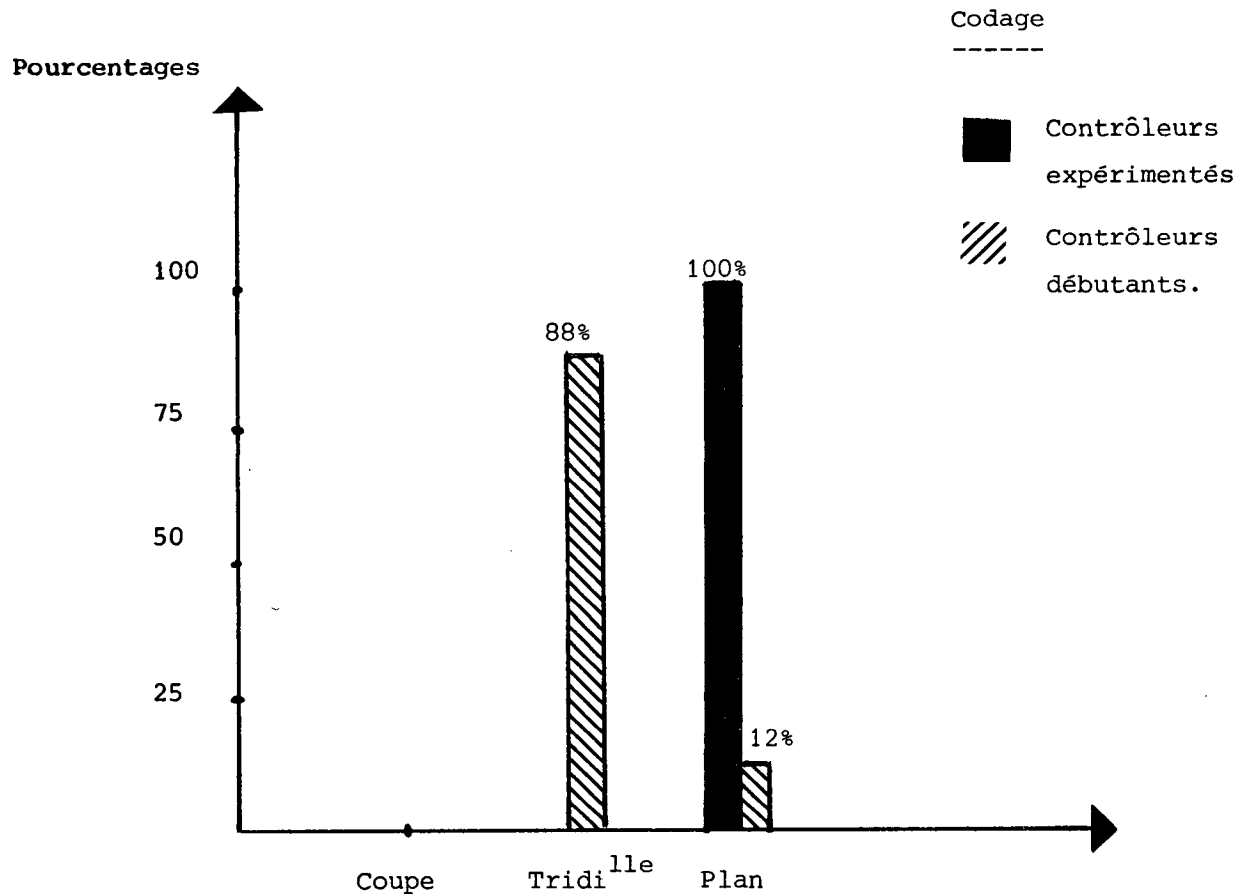
Les représentations que l'on qualifiera de bidimensionnelles au travers desquelles le sujet privilégie l'une ou l'autre des dimensions verticale ou horizontale soit :

- . les représentations dans le plan ou "photographié" de l'image radar, dans la mesure où le sujet reproduit de façon plus ou moins exacte la situation telle qu'elle apparaîtra sur l'écran radar avec ou sans mention des niveaux des avions.
- . les représentations en coupe où l'opérateur ne représente dans son dessin que la dimension verticale.

En annexe, on trouvera quelques exemples de représentations.

Bien que certains opérateurs aient rencontré quelques difficultés à dessiner certaines situations dans les trois dimensions, tous les sujets ont fourni une représentation.

Les résultats concernant les différents modes de représentation sont présentés dans le tableau 1 (voir tableau ci-dessous).



Histogramme 1 : Répartition des différents modes de représentation d'une configuration perpendiculaire, en fonction du niveau d'expérience.

Modes de représentation

| Expérience | | Tridimension- nelle | Dans le plan | en coupe | Total |
|------------|-----------------|------------------------|----------------|---------------|---------------|
| | PC (1) Q1 | (4) 1% | (361) 96% | (11) 3% | (376) 100% |
| | Débutants Q2 | (242) 68.7% | (37) 10.5% | (73) 20.8% | (352) 100% |
| | | (246) 33.8% | (398) 54.6% | (84) 11.5% | (728) 100% |

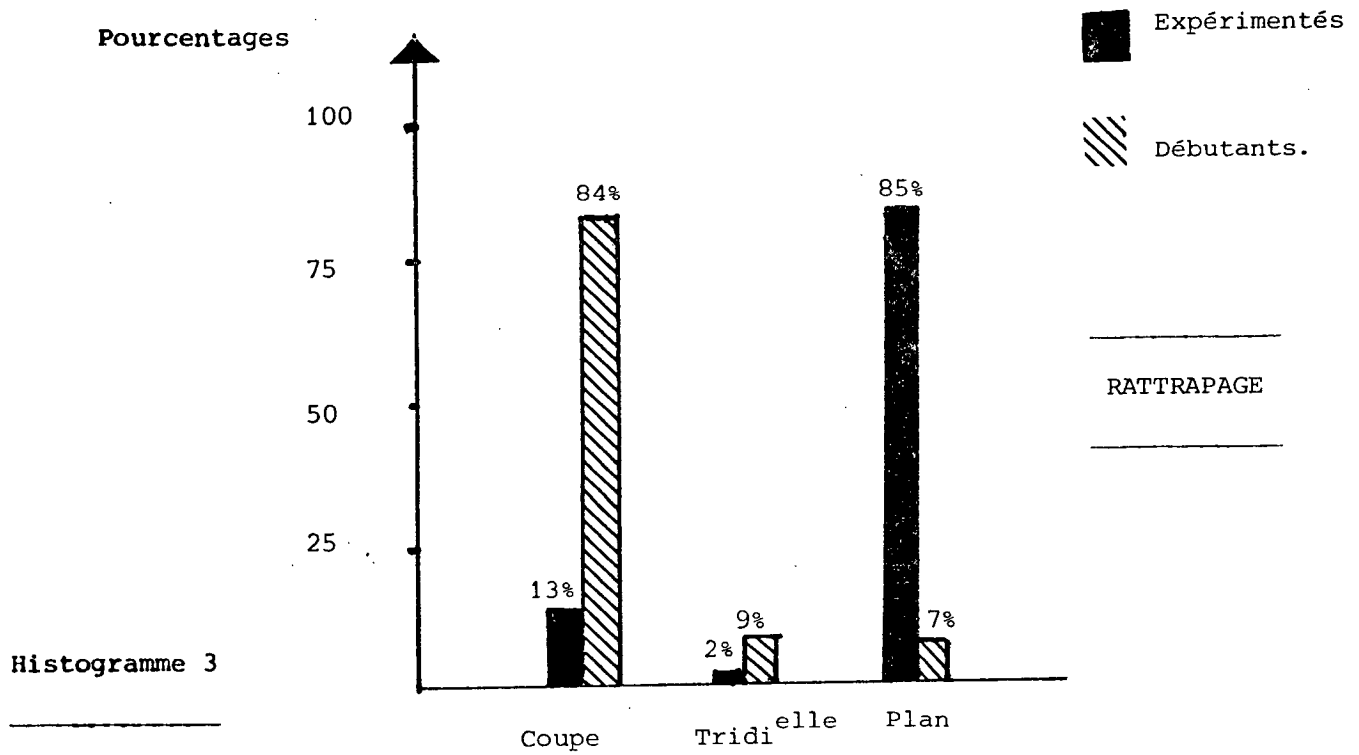
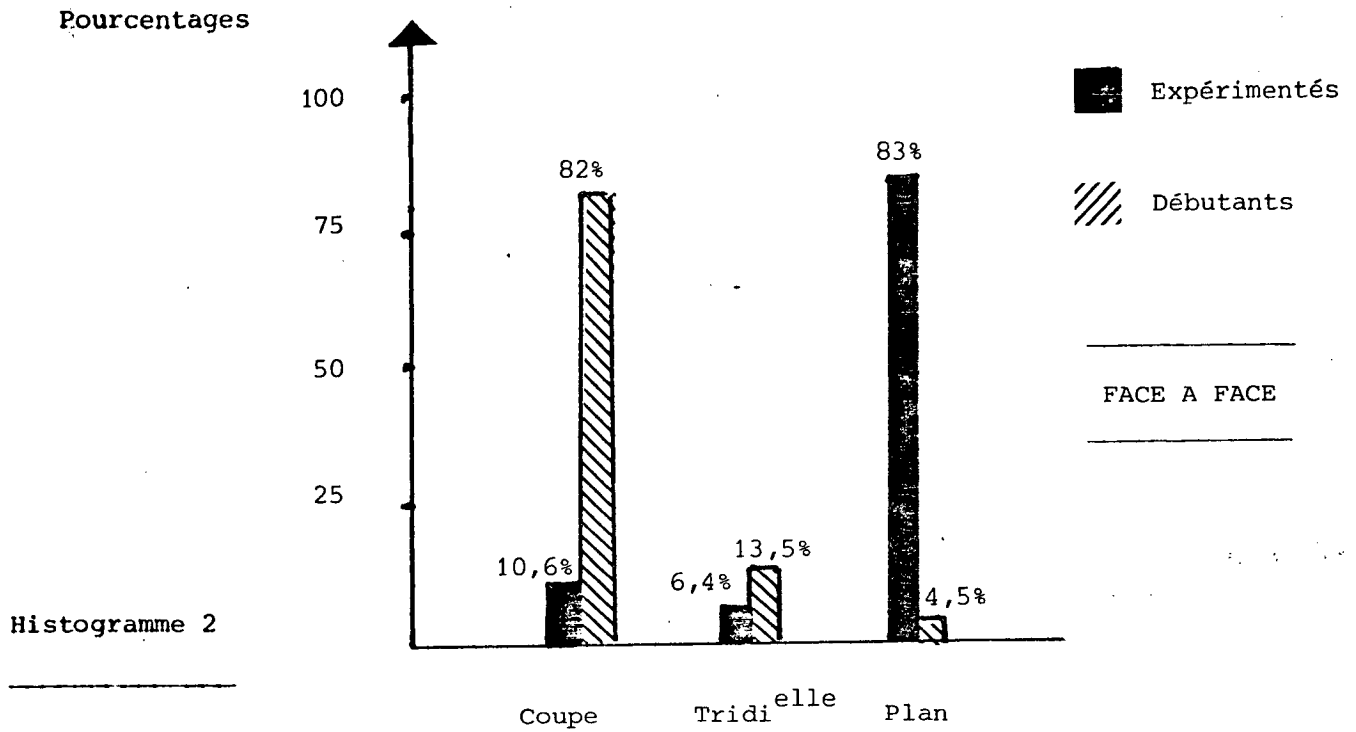
Tableau 1 : Effectifs (entre parenthèses) et pourcentages de représentations bidimensionnelles et tridimensionnelles selon l'expérience

On note que :

- . les contrôleurs expérimentés ont recours dans 96% des cas à la représentation plane ou photographique, en d'autres termes ils reproduisent de façon plus ou moins déformée la situation telle qu'elle apparaîtra sur l'écran radar.
- . les représentations qui privilégient la dimension verticale sont rares chez les contrôleurs expérimentés (4%).
- . chez les débutants par contre indépendamment du type de configuration, la dimension verticale (représentation en coupe ou représentation tridimensionnelle) est représentée dans 89,5% des cas.

Cette différence entre premiers contrôleurs (PC) et contrôleurs débutants est plus ou moins marquée selon le type de configuration. Dans les histogrammes 1, 2, 3 on voit que :

(1) PC : premiers contrôleurs ou contrôleurs expérimentés.



Histogrammes 2 et 3 : Répartition des différents modes de représentation selon la configuration.

- . Quel que soit le type de configuration, les PC représentent plus fréquemment la situation dans le plan.
- en ce qui concerne les contrôleurs débutants, on remarque qu'ils ont recours à la représentation tridimensionnelle pour ce qui est de la configuration perpendiculaire, alors que les deux autres configurations sont plus souvent représentées en coupe.

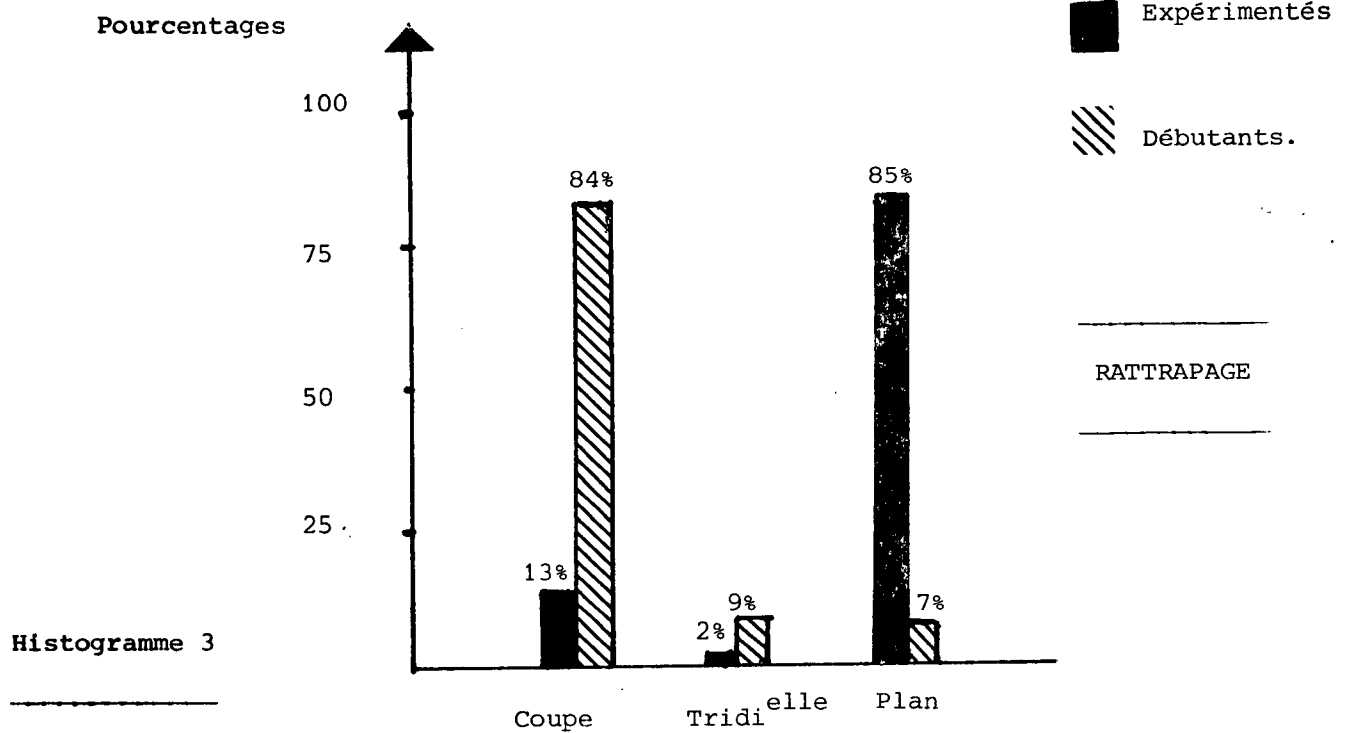
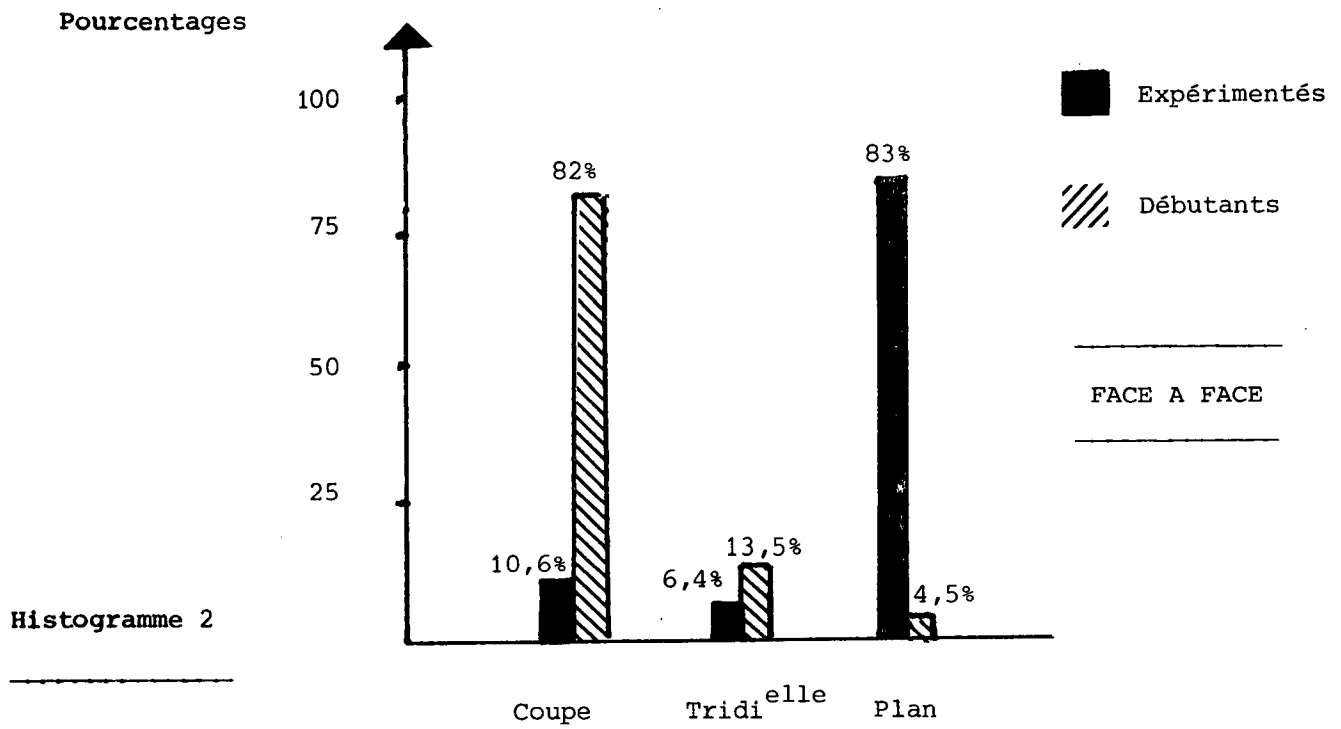
La représentation dite tridimensionnelle pouvait s'exprimer de manière différente :

- . évocation de la situation par gestes
- . dessins (papier) dans les trois dimensions.

Les résultats sont présentés dans le tableau 2.

| Représentations | | Perpendi- culaire | Face à Face | Rattrapage |
|-----------------|--------|-------------------------|------------------------|----------------------|
| | Geste | (0) PC Déb.(98)42.2% | (0) PC Déb.(2)33.3% | (0)PC Déb.(2) 50% |
| | Papier | (0)PC Déb.(134)57.8% | (3)PC Déb.(4)66.6% | (1)PC Déb.(2)50% |
| | Total | (0)PC Déb. (232) | (3)PC Déb. (6) | (1)PC Déb.(4) |

Tableau 2 : Pourcentages et effectifs (entre parenthèses) des différents modes de représentations tridimensionnelles selon l'expérience et le type de configuration



Histogrammes 2 et 3 : Répartition des différents modes de représentation selon la configuration.

Les débutants choisissent le support papier pour représenter les situations, vient ensuite la représentation par gestes.

Dans tous les cas, quel que soit le type de représentation (tri-dimensionnelle - bidimensionnelle) et l'expérience professionnelle, les opérateurs ont recours le plus souvent au papier - crayon (dessins).

III - 2. Représentation du niveau

Les opérateurs pouvaient mentionner les niveaux des avions soit :

- en indiquant les niveaux respectifs de chacun des avions en terme de valeur absolue.
Ex. : l'avion A sera au niveau 230, l'avion D au niveau 270.
- en indiquant les écarts de niveaux entre les avions, soit en terme d'écart relatif.
Ex. : entre A et D, il y aura 4000 Ft de séparation.

Par rapport au nombre de représentations fournies, la dimension verticale est mentionnée dans 100% des cas chez les débutants et dans 40,4% des cas chez les contrôleurs expérimentés (tableau 3).

| | En coupe | Tridimension- nelle | En plan | TOTAL |
|----------------------|-------------|------------------------|---------------|----------------|
| Perpendicu- laire | | | (95) 33.7% | (95) 33.7% |
| Face à Face | (5) 100 | (3) 100 | (21) 53.8 | (29) 61.7 |
| Rattrapage | (6) 100 | (1) 100 | (21) 52.5 | (28) 59.6 |
| TOTAL | (11) 100 | (4) 100 | (137) | (152) 40.4% |

Tableau 3 : Nombre de représentation du niveau selon le type de convergence et selon le type de représentations chez les contrôleurs expérimentés

Le tableau 4 présente les résultats concernant le mode de représentation du niveau selon l'expérience des opérateurs.

| | Ecart de FL | Position FL | Total |
|-----------|----------------|----------------|---------------|
| PC | (93) 61.2% | (59) 38.8% | (152) 100% |
| Débutants | (65) 18.6% | (287) 81.4% | (352) 100% |
| Total | (158) 31.4% | (345) 68.6% | (503) 100% |

Tableau 4 : Effectifs et pourcentages de représentation du niveau selon la qualification

Dans 81.4% des cas les débutants donnent la valeur absolue des niveaux des avions. Chez les contrôleurs expérimentés dans 61.2% des cas la dimension verticale est exprimée en terme d'écart relatif entre les avions.

Selon le type de représentation donnée, il se peut que la dimension verticale soit évoquée différemment.

Les résultats sont présentés dans les tableaux suivants :

CONTROLEURS EXPERIMENTES

| Mode de représentation | | Ecart relatif | Valeur absolue | Total |
|------------------------|--|------------------|-------------------|---------------|
| | | (2) | (2) | (2) |
| Tridimension- nelle | | 50% | 50% | 50% |
| Coupe | | (8) 73% | (3) 27% | (11) 100% |
| Plan | | (83) 61% | (53) 39% | (136) 100% |
| Total | | (93) 61.6% | (58) 38.4% | (151) |

Tableau 5 : Nombres (entre parenthèses) et pourcentages de représentations du niveau selon le type de représentations chez les expérimentés

DEBUTANTS

| Mode de représentation | | Ecart relatif | Valeur absolue | Total |
|------------------------|--|------------------|-------------------|---------------|
| | | (36) | (205) | (241) |
| Tridimension- nelle | | 15% | 85% | 100% |
| Coupe | | (12) 16.2% | (62) 83.8 | (74) 100.% |
| Plan | | (17) 46% | (20) 54% | (37) 100% |
| Total | | (65) 18.5% | (287) 81.5% | (352) |

Tableau 6 : Nombre (entre parenthèses) et pourcentages de représentations du niveau selon le type de représentation quelle que soit la configuration

Quand la représentation est tridimensionnelle ou en coupe (15cas) les contrôleurs expérimentés mentionnent toujours le niveau des avions (en écart relatif ou en valeur absolue).

Par contre quand les contrôleurs expérimentés donnent une représentation plane des états futurs (soit 361cas) le niveau n'est signalé que dans 136 cas soit 37.6% des cas.

Chez les expérimentés quand le niveau est mentionné, il l'est en terme d'écarts relatifs dans 61,2% des cas.

Chez les débutants le niveau est mentionné dans 100% des cas. Il est exprimé en terme de valeur absolue (81,5%).

III - 3. Précision de la représentation du niveau

Les résultats concernant la précision de la représentation du niveau quand celle-ci s'exprime en terme d'écarts sont présentés dans le tableau 7.

| | Perpendiculai- re | Face à Face | Rattrapage | Total |
|-----------|----------------------|----------------|----------------|------------------|
| PC | (11/61) 18% | (1/9) 11.1% | (0/13) 0% | (12/93) 12.9% |
| Débutants | (15/30) 30% | (2/8) 25% | (1/7) 14.3% | (19/65) 29.2% |

Tableau 7 : Pourcentages et effectifs(entre parenthèses) du nombre d'évaluations correctes du niveau quand celui-ci est exprimé en terme d'écart relatif, selon le type de configuration et selon l'expérience

Les résultats concernant la précision de la représentation du niveau quand celle-ci s'exprime en terme de valeur absolue sont présentés dans le tableau 8.

| Configurations | | | | |
|----------------|----------------------|-------------|------------|--------|
| | Perpendicu- laire | Face à Face | Rattrapage | Total |
| PC | 3/34 | 1/12 | 1/8 | 5/54 |
| | 8.8% | 8.3% | 12.5% | 9% |
| Débutants | 45/214 | 11/36 | 9/37 | 65/287 |
| | 21% | 30.5% | 24.3% | 22.6% |

Tableau 8 : Pourcentages et effectifs(entre parenthèses) du nombre d'évaluation correctes (valeurs absolues) selon le type de configuration et l'expérience professionnelle

Quelle que soit la configuration, la représentation que les débutants ont des positions verticales futures entre avions est meilleure que celle des expérimentés.

III - 4 . Représentation de la séparation horizontale

En configuration face à face et rattrapage la séparation horizontale minimale est toujours de ONM.

Les résultats présentés ne portent que sur la représentation de la séparation horizontale pour la configuration perpendiculaire, soit :

25.17% des contrôleurs expérimentés fournissent une bonne évaluation de la séparation future,

contre 18.6% des débutants.

EN RESUME :

En ce qui concerne la représentation de la séparation verticale :

- quand elle est exprimée par les contrôleurs expérimentés (40%), c'est le plus souvent en terme d'écart relatif entre les niveaux (61.2%) par contre chez les débutants, c'est plus fréquemment la valeur absolue des niveaux des avions qui est évoquée (81.5%).
- quelle que la soit la forme que revêt l'évaluation du niveau, les évaluations des débutants sont meilleures (23.8%) que celle des expérimentés : 11.5% de bonnes réponses.
- par contre, les évaluations de la séparation horizontale qui reposent sur des opérations d'ordre perceptives sont plus précises chez les expérimentés : 25.17% de bonnes évaluations contre 18.6% chez les débutants.

III - 4. Type de déformation

Les déformations observées peuvent se classer selon que :



- un et/ou deux avions est avancé et/ou retardé par rapport à sa position réelle.

Neuf cas de figures peuvent s'observer, selon que chacun des avions est accéléré, retardé ou bien placé.

Sachant que dans la suite de l'exposé :

- . l'avion qui est en ascension sera appelé Avion A
- . l'avion qui est en descente sera appelé Avion D

Les neuf cas se répartissent comme suit :

| | | A V I O N D  | | |
|--|---------|---|---------|-------|
| A V I O N A  | | Avancé | Retardé | Placé |
| | Avancé | | | |
| | Retardé | | | |
| | Placé | | | |

On présentera tout d'abord les déformations qui touchent la représentation de la séparation verticale.

a) Représentation de la séparation verticale

al) Configuration perpendiculaire

Les résultats sont présentés dans les tableaux 9 et 10.



| | | A V I O N D  | | | |
|--|---------|---|---------------|--------------|--------------|
| | | Avancé | Retardé | Placé | Total |
| A V I O N A  | Avancé | (1) 2.9% | (14) 41.2% | (3) 8.8% | (18) 53% |
| | Retardé | (4) 11.7% | (1) 2.9% | (2) 5.9% | (7) 20.6% |
| | Placé | (3) 8.8% | (3) 8.8% | (3) 8.8% | (9) 26.4% |
| | Total | (8) 23.5% | (17) 50% | (9) 26.5% | (34) 100% |

Tableau 9 : Effectifs (entre parenthèses) et pourcentages du nombre d'avions selon qu'ils ont été placés-retardés avancés, dans une configuration perpendiculaire chez les contrôleurs expérimentés



| | | AVION D  | | | |
|--|---------|--|---------------|---------------|---------------|
| | | Avancé | Retardé | Placé | Total |
| A V I O N A  | Avancé | (8) 3.7% | (80) 37.4% | (7) 3.3% | (95) 44.4% |
| | Retardé | (51) 23.8% | | (7) 3.3% | (58) 27.1% |
| | Placé | (10) 4.7% | (6) 2.8% | (45) 21 % | (61) 28.5% |
| Total | | (69) 32.2% | (86) 40.2% | (59) 27.6% | (214) 100% |

Tableau 10 : Effectifs (entre parenthèses) et pourcentages du nombre d'avions selon qu'ils ont été placés retardés ou avancés dans une configuration perpendiculaire chez les débutants

- chez les débutants et chez les expérimentés l'avion en montée est plus fréquemment avancé , tandis que l'avion en descente est plus souvent retardé. Cela a pour effet chez 41.2% des expérimentés et 37.4% des débutants de situer la zone présumée du conflit dans une tranche d'espace supérieure à celle où se déroulera le conflit.
- le pourcentage d'avions bien placés (A et D) est supérieur chez les débutants.

a2) Configuration face à face

Les résultats sont présentés dans les tableaux 11 et 12.



| | | AVION D  | | | |
|---|---------|---|---------------|--------------|--------------|
| | | Avancé | Retardé | Placé | Total |
| A V I O N A  | Avancé | (2) 16.6% | (5) 41.66% | | (7) 58.4% |
| | Retardé | | (1) 8.3% | (2) 16.6% | (3) 25% |
| | Placé | | (1) 8.3% | (1) 8.3% | (2) 16.6% |
| | Total | (2) 16.6% | (7) 58.3% | (3) 25% | (12) 100% |

Tableau 11 : Effectifs (entre parenthèses) et pourcentages du nombre d'avions selon qu'ils ont été placés-retardés ou avancés, dans une configuration face à face chez les expérimentés



| | | AVION D  | | | |
|---|---------|---|----------------|---------------|----------------|
| | | Avancé | Retardé | Placé | Total |
| A V I O N A  | Avancé | | (12) 33.3 % | | (12) 33.3 % |
| | Retardé | (10) 27.8% | | | (10) 27.8% |
| | Placé | (1) 2.8% | (2) 5.6% | (11) 30.6% | (14) 39% |
| | Total | (11) 30.6% | (14) 38.8% | (11) 30.6% | (36) 100% |

Tableau 12 : Effectifs (entre parenthèses) et pourcentages du nombre d'avions selon qu'ils ont été placés-retardés ou avancés, dans une configuration face à face chez les débutants

a3) Rattrapage

Les résultats sont présentés dans les tableaux 13 et 14.



| | | AVION D  | | | |
|--|---------|---|--------------|--------------|-------------|
| | | Avancé | Retardé | Placé | Total |
| A V I O N A  | Avancé | | (5) 62.5% | (1) 12.5% | (6) 75% |
| | Retardé | | | | |
| | Placé | | (1) 12.5% | (1) 12.5% | (2) 25% |
| | Total | | (6) 75% | (2) 25% | (8) 100% |

Tableau 13 : Effectifs (entre parenthèses) et pourcentages du nombre d'avions selon qu'ils ont été placés-re-tardés ou avancés, dans une configuration face-à-face chez les expérimentés.



| | | AVION D  | | | |
|--|---------|---|---------------|--------------|--------------|
| | | Avancé | Retardé | Placé | Total |
| A V I O N A  | Avancé | (2) 5.4% | (15) 40.5% | | (17) 46% |
| | Retardé | (9) 24.3% | (1) 2.7% | | (10) 27% |
| | Placé | | (1) 2.7% | (9) 24.3% | (10) 27% |
| | Total | (11) 29.7% | (17) 46% | (9) 24.3% | (37) 100% |

Tableau 14 : Effectifs(entre parenthèses) et pourcentages du nombre d'avions selon qu'ils ont été placés-re-tardés ou avancés, dans une configuration face-à-face chez les débutants

| EXPERIMENTES | AVION A | | AVION D | |
|----------------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| | Avancé | Retardé | Avancé | Retardé |
| Perpendicu- laire | 1800 Ft (18) | 2000 Ft (7) | 2250 Ft (8) | 1980 Ft (17) |
| Face à Face | 2500 Ft (7) | 2100 Ft (3) | 2350 Ft (2) | 2760 Ft (7) |
| Rattrapage | 2150 Ft (6) | | | 2300 Ft (6) |

Tableau 15 : Effectifs (entre parenthèses) et portée moyenne de la déformation en fonction du type de configuration

| DEBUTANTS | AVION A | | AVION D | |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Avancé | Retardé | Avancé | Retardé |
| Perpendicu- laire | 1600 Ft (95) | 1500 Ft (58) | 1950 Ft (69) | 1840 Ft (86) |
| Face à Face | 1780 Ft (12) | 1620 Ft (10) | 1670 Ft (11) | 1800 Ft (14) |
| Rattrapage | 1700 Ft (17) | 1810 Ft (10) | 1630 Ft (11) | 1700 Ft (17) |

Tableau 16 : Effectifs et portée moyenne de la déformation en fonction du type de configuration

Bien que les effectifs soient réduits tant chez les débutants que chez les expérimentés, en face à face et en rattrapage, on note un fait marquant comme en configuration perpendiculaire, à savoir, une tendance à représenter la zone présumée conflictuelle dans une tranche d'espace supérieure.

Dans une étude précédente (1), il était apparu que les débutants calculaient le plus souvent la valeur de la séparation verticale future.

Ils basaient leurs calculs sur l'évaluation de la valeur moyenne du taux de montée ou de descente des avions.

L'évaluation du taux de montée se faisait à partir du déroulement temporel du mode c (2) durant les 30 à 40 premières secondes de l'exercice.

Or, le taux de montée d'un avion n'est pas linéaire il varie, et les débutants pour la plupart n'ont pas connaissance de ces variations, il s'en suivait des erreurs de calculs dues à la valeur erronée du taux sur lequel le calcul se basait.

III - 6. Portée de la déformation

Nous venons de noter que les avions étaient représentés plus hauts qu'ils ne seront. De quel ordre sont ces déformations ? Les résultats concernant les déformations relatives à la séparation verticale sont présentés dans le tableau 15.

- quel que soit le type de configuration les erreurs de positionnement des avions sont plus élevées chez les contrôleurs expérimentés.
- chez ces derniers, c'est en configuration perpendiculaire que les écarts de positionnement sont les plus faibles (Tableau 15).

(1) Représentation mentale de la séparation verticale au cours du diagnostic dans le contrôle aérien. Les caractéristiques du diagnostic chez les élèves contrôleurs. R65.

(2) Le "mode c" désigne l'étiquette numérique symbolisant le niveau de l'avion, il est renouvelé toutes les dix secondes.

CONCLUSION

La représentation des situations est différente selon le niveau d'entraînement des opérateurs :

- la représentation des conflits chez les débutants est plus souvent de type tridimensionnel
- par contre, les expérimentés représentent les conflits en plan
- la valeur de la séparation verticale est mentionnée dans 40% des cas chez les expérimentés et dans 100% des cas chez les débutants
- les estimations que les débutants font de la séparation verticale future sont plus précises que celles des expérimentés
- toutefois en ce qui concerne la représentation de la séparation horizontale, on observe l'effet inverse à savoir une meilleure estimation chez les expérimentés que chez les débutants.

Une caractéristique de la représentation apparaît au travers de ces résultats :

- tout d'abord la représentation se construit et évolue en fonction de l'expérience des opérateurs mais aussi en fonction des problèmes que ceux-ci ont à résoudre.

On retrouve ici une des propriétés de l'image opérative telle que l'a définie OCHANINE, le laconisme.

Laconisme chez les expérimentés, où un des paramètres de la situation est très souvent éliminé (niveau). Ceci confirme les hypothèses selon laquelle les expérimentés n'intègrent le plus souvent à leur diagnostic que les informations relatives à la séparation en horizontale (1).

(1) Dans le cas d'avions évolutifs.

Par ailleurs, on relève une caractéristique de représentation fournie par les contrôleurs expérimentés à savoir une transformation opérationnelle des valeurs des séparations verticales futures dans la mesure où celles-ci sont exprimées en terme d'écart relatif entre les avions et non en terme de valeurs absolues telles qu'elles figureront sur l'écran radar.

En ce qui concerne les erreurs de positionnements de la zone conflictuelle tant chez les débutants que chez les expérimentés, rappelons que MICHARD (1) demandant à des contrôleurs expérimentés d'estimer où se trouvera un avion A en montée à différents moments du vol, montrait que la représentation spatiale tridimensionnelle de la route, dont dispose le contrôleur expérimenté était d'autant plus imprécise que les estimations demandées se situaient plus loin du point d'origine.

Dans cette étude les contrôleurs expérimentés fournissaient une estimation des niveaux au moment du diagnostic donc très tôt, et très loin de la zone conflictuelle. Les résultats recueillis corroborent ceux de MICHARD.

Par contre chez les débutants, il se pourrait que ces erreurs de positionnement proviennent non pas d'une mauvaise représentation des pentes des trajectoires mais d'une non prise en compte des variations des taux de montée et de descente des appareils entre le début et la fin de la trajectoire.

(1) MICHARD, A. : Analyse de la représentation des trajectoires d'évolution chez les premiers contrôleurs. CO 7611 R50.

ANNEXES

ANNEXE 1

CONSIGNE

Nous allons vous présenter des situations différentes définies par un couple d'avions évolutifs convergents vers une même balise, l'un en montée, l'autre en descente.

Chacun des avions est généré à un niveau donné et poursuit sa trajectoire au-delà du point de croisement de ces mêmes trajectoires.

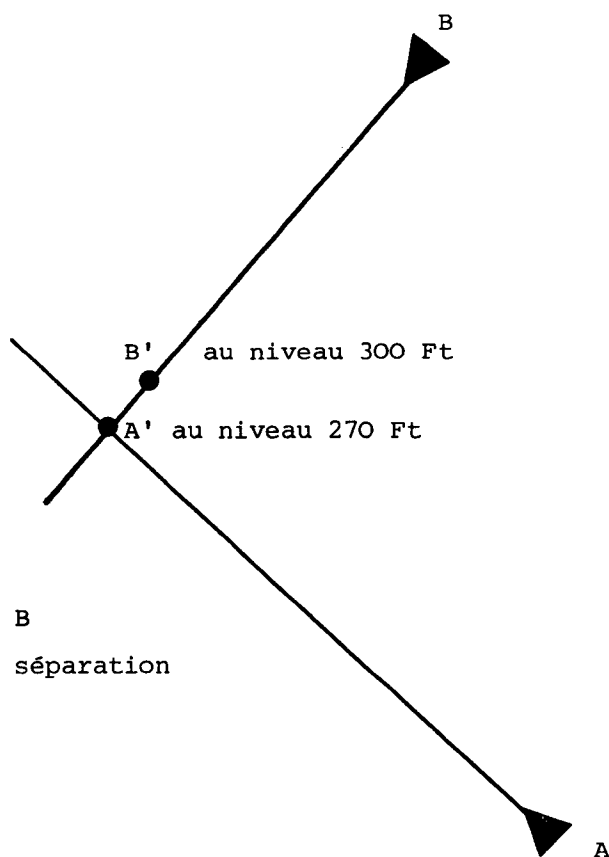
Votre tâche est :

- de détecter s'il y a conflit ou non
- de représenter l'état futur de la situation au moment où les avions seront au plus près.

Nous tenons à votre disposition comme information les types d'appareils ainsi que leur vitesse.

Chaque sujet disposait de papiers-crayon.

ANNEXE 2

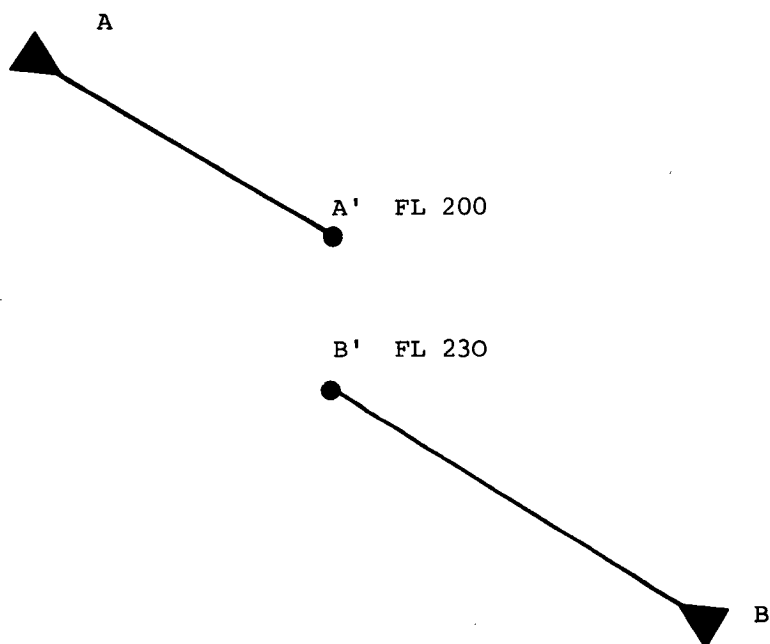


A sera à 5 NM devant B
il y aura 3000 Ft de séparation
verticale.

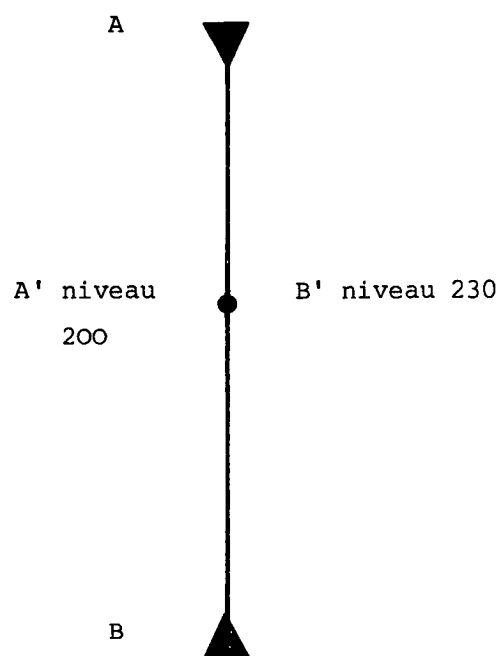
REPRESENTATION PLANE D'UNE SITUATION PERPENDICULAIRE

ANNEXE 3

EN COUPE



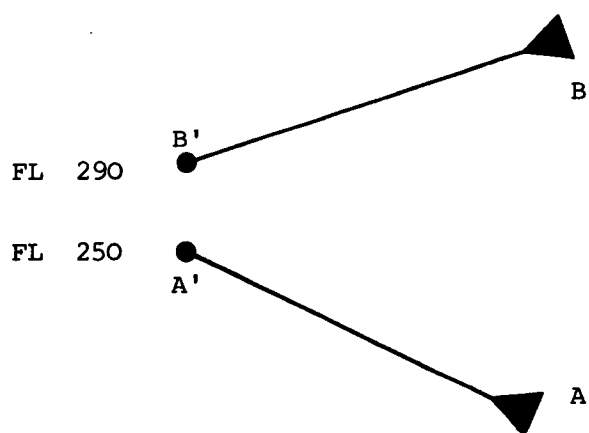
EN PLAN



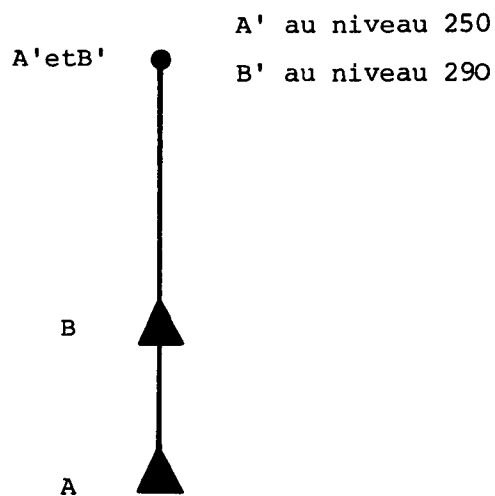
REPRESENTATION BIDIMENSIONNELLE D'UNE SITUATION DE FACE A FACE.

ANNEXE 4

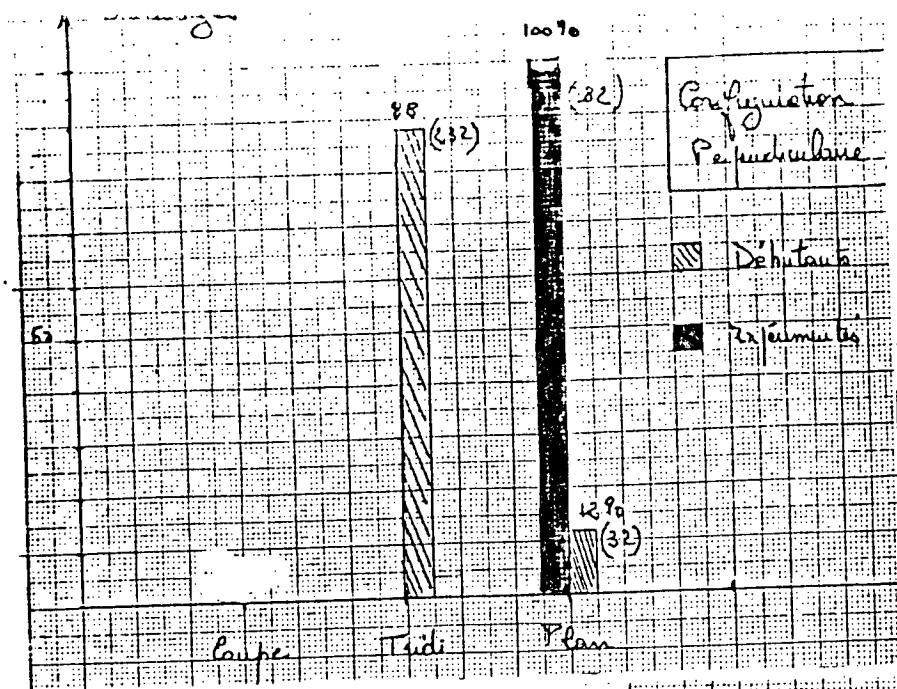
EN COUPE



EN PLAN

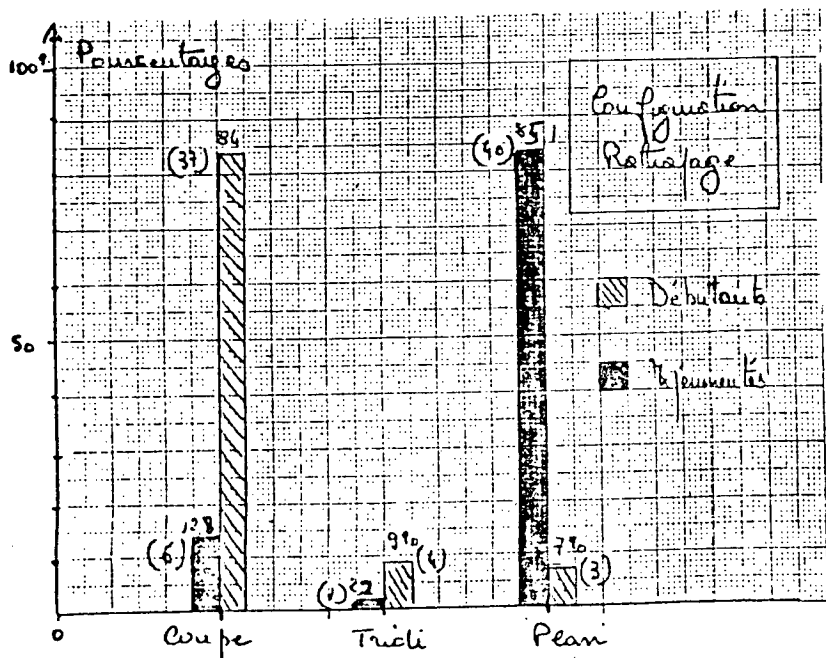
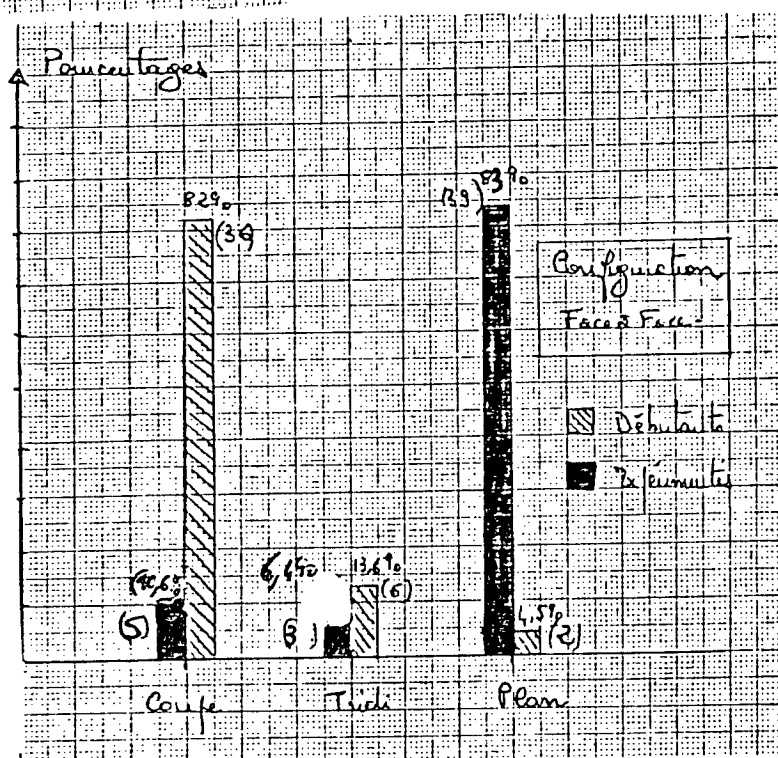


REPRESENTATION BIDIMENSIONNELLE D'UNE SITUATION DE RATRAPAGE .



Histogramme 1 : Répartition des différents modes de représentation d'une configuration perpendiculaire, en fonction du niveau d'expérience

Histogramme 2 : Répartition des différents modes de représentation d'une configuration de face à face



Histogramme 3 : Répartition des différents modes de représentation d'une configuration de rat-trapage

Imprimé en France
par
l'Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique